

УДК 621.791

В.В. Каратыш

V.V. Karatysh

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

Н.А. Кокоулин, А.Ю. Деревянных, М.А. Баяндин, С.Е. Дударев, А.Н. Лялин
N.A. Kokoulin, A.U. Derevyannykh, M.A. Bayandin, S.E. Dudarev, A.N. Ljalin

ОАО Пермский завод «Машиностроитель»
Mashine Building Plant, Perm

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ
СВАРКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА КОЛЬЦЕВЫХ И ПРОДОЛЬНЫХ
ШВОВ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ИЗ СТАЛЕЙ С ТОЛЩИНОЙ
СВАРИВАЕМЫХ КРОМОК ОТ 4 ДО 60 ММ**

**TECHNOLOGICAL FEATURES OF THE AUTOMATIC
SUBMERGED ARC WELDING ASSEMBLY UNITS
MADE OF STEEL WITH THE THICKNESS
OF THE WELDED EDGES FROM 4 TO 60 MM**

Рассмотрены технологические особенности автоматической сварки под слоем флюса сборочных единиц из сталей различной толщины на остающейся подкладке, флюсовой подушке, медной подкладке.

Ключевые слова: автоматическая сварка под слоем флюса, кольцевые и продольные швы, остающаяся подкладка, флюсовая подушка, медная подкладка, корневой шов, подготовка свариваемых кромок.

Technological features automatic submerged arc welding assembly units of steel various thickness, the remaining lining, cushioned flux, copper lining were considered.

Keywords: automatic welding, circular and longitudinal joints, remaining lining, flux pad, copper lining, root weld, shape of the edges.

К технологическим особенностям автоматической сварки кольцевых швов автомобильных газовых баллонов относится обеспечение качественных сварных соединений при толщине свариваемых кромок 4 мм.

Для сварки кольцевых швов первоначально применялась автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, без разделки свариваемых кромок на остающейся подкладке, при этом первый проход был без подачи присадочной проволоки. Данная технология имела ряд недостатков: нестабильность проплава при первом проходе и, как следствие, появление корневых непроваров и прожогов; образование пор в сварном шве. Для сокращения количества проходов была выполнена разделка кромок, но из-за овальности в обечайках и днищах при выполнении разделки были отклонения по величине притупления, что также приводило к нестабильности проплава.

Решением проблемы, возникшей при автоматической сварке на остающейся подкладке, явилось обеспечение плотного прилегания ее к внутренней поверхности штампованных днищ и вальцованной обечайки и обеспечение минимального смещения свариваемых кромок при сборке кольцевых швов как до сварки, так и после сварки в соответствии с требованиями конструкторской документации. По результатам статистических данных по замерам внутреннего диаметра днища, стыкуемого с обечайкой, была установлена средняя его величина. Исходя из полученной величины, определили периметр обечайки, что позволило найти ее постоянный диаметр. Но применяемый способ сварки не в полной мере обеспечивал получение качественных швов.

Для повышения качества сварных соединений и снижения трудоемкости применили автоматическую сварку под слоем флюса, также были проведены опытные работы по выбору оптимальной толщины (3–4 мм) и ширины (25–30 мм) остающейся подкладки, что позволило исключить такие дефекты, как прожоги.

При выполнении кольцевых швов в начале процесса сварки по результатам радиографического контроля были выявлены такие дефекты, как зашлаковки на остающейся подкладке и в корне сварного соединения. Данный дефект возникал при зажигании сварочной дуги и проплавлении свариваемых кромок до остающейся подкладки, при этом оплавленный флюс попадал на остающуюся подкладку, в результате чего образовывалась зашлаковка, что было недопустимо по требованиям конструкторской документации. Для решения данной проблемы было принято технологическое решение, заключающееся в следующем: начало сварки на кольцевых швах газовых баллонов производилось в местах предварительного наложения в стыке сварного шва длиной 50–70 мм, выполненного ручной аргонодуговой сваркой.

Сборка под сварку корпуса газового баллона производилась в специализированном приспособлении на прихватках ручной аргонодуговой сваркой,

а до этого предварительно вовнутрь штампованного днища устанавливалась остающаяся подкладка, которая изнутри собиралась на прихватках с днищем ручной аргонодуговой сваркой, при этом на свободную часть подкладки устанавливалась обечайка.

Автоматическая сварка под слоем флюса производилась на специализированной установке с использованием подвесного автомата А-1416 с источником питания (ИП) ВДУ-1001 (рис. 1). Для сварки применялся сварочный флюс АН-348А, сварочная проволока Св-08Г2С диаметром 1,2 мм. Параметры режимов сварки приведены в табл. 1, 2. Результаты механических испытаний приведены в табл. 3.



Рис. 1. Установка для автоматической сварки под слоем флюса газовых баллонов

Таблица 1

Параметры режима сварки при жесткой внешней характеристике ИП

Ток сварки, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч
300±5	41±1	28±0,5	145

Таблица 2

Параметры режима сварки при падающей внешней характеристике ИП

Ток сварки, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч
370–390	30–32	34,5–36,5	196–217

Таблица 3

Результаты механических испытаний

Номер образца	σ_b , кгс/мм ²	КСУ, Дж/см ²	Статический изгиб, град
1	49–51	68	157°
2	49–50	82	159°

В результате проведенных работ удалось обеспечить уровень бездефектности по результатам радиографического контроля до 99 %, при этом запас прочности по результатам гидравлических испытаний был увеличен в два раза относительно требований конструкторской документации.

Сварка крановых балок. В соответствии с требованиями конструкторской документации при изготовлении поясов несущих балок кранов различной грузоподъемности была использована автоматическая сварка под слоем флюса поперечных стыковых сварных соединений из стали 09Г2С с толщиной свариваемых кромок от 8 до 20 мм на формирующей медной подкладке [1].

Для этих целей был спроектирована и изготовлена специальная оснастка, которая обеспечила сборку под сварку поперечных швов поясов. Технологической особенностью в осуществлении данного способа явилось определение оптимальных размеров канавки в формирующей медной подкладке, обеспечение требуемых размеров проплава.

Автоматическая сварка под слоем флюса производилась трактором А2 с источником питания LAF-1000 фирмы ESAB (Швеция). Сварочный трактор перемещался по направляющим оснастки, начало и окончание сварки производилось на выводных пластинах. Для сварки использовалась сварочная проволока Св-08А диаметром 3 мм и флюс АН-348А.

В результате экспериментальных работ были определены размеры формирующей канавки медной подкладки. Для толщин от 8 до 20 мм размеры составили по глубине 1,5 мм, по ширине 15 мм.

При глубине и ширине канавки выше указанных размеров образовывался проплав большой высоты с шлаковыми включениями от переплавленного флюса, с наружной стороны получались занижения, что требовало выполнения дополнительных проходов и слесарной зачистки проплава до требуемых

величин. Меньшая же глубина канавки формирующей подкладки приводила к нестабильному формированию проплава и приварке сварочной проволоки к медной подкладке.

Сварные швы поясов с толщиной свариваемых кромок от 8 до 12 мм выполнялись без разделки кромок за один проход, а для сварки толщин более 12 мм применялась разделка кромок с выполнением двух проходов.

В результате проведенных работ удалось обеспечить качественные сварные швы как по результатам УЗК, так и по визуально-измерительному контролю.

Сварка цилиндрических корпусов с толщиной стенки 35–60 мм. Производство крупногабаритных, многотонных сборочных единиц с толщиной свариваемых кромок до 60 мм потребовало создания установки для автоматической сварки под слоем флюса кольцевых и продольных швов.

Для этой цели была спроектирована специализированная установка, включающая в себя перемещаемую по рельсовому пути рабочую площадку со сварочным трактором А2 фирмы ESAB (рис. 2).



Рис. 2. Рабочая площадка с установленным на ней сварочным трактором А2

Данная установка позволяет сваривать продольные швы обечаек длиной до 2 м и кольцевые швы диаметром от 800 мм до 3000 мм, как с наружной, так и со внутренней стороны. На параллельных рельсовых путях установлены 4 секции саморегулируемых роликоопор (на рис. 2 не показаны), которые позволяют осуществлять сварку кольцевых швов корпусов различной длины. Грузоподъемность одной секции роликоопоры 10 т.

При изготовлении корпусов с вышеуказанными толщинами применялись различные технологии сварки кольцевых и продольных швов со стандартными углами разделки по ГОСТ 8713–79:

1. Автоматическая сварка под слоем флюса на остающейся подкладке. Сварка корневого шва и последующих производилась сварочным трактором А2 фирмы ESAB на следующих режимах:

- сварочный ток 500–600 А,
- напряжение дуги 35–42 В,
- скорость сварки 15–20 м/ч,
- сварочная проволока Св-10НМА диаметром 4 мм, сварочный флюс АН-348А.

При этой технологии сварки были выявлены шлаковые включения в корневых валиках сварного шва, что недопустимо по требованиям КД, также возникали затруднения по отделяемости шлаковой корки.

2. Автоматическая сварка под слоем флюса на остающейся подкладке с проваркой корня шва механизированной сваркой в смеси газов. Два первых корневых прохода были выполнены механизированной сваркой в смеси газов (Ar82%+CO₂ 18%) сварочной проволокой Св-08Г2С. Для механизированной сварки было использовано оборудование EWM Phoenix 521 (Германия). Сварка производилась на режимах:

- сварочный ток 230–260 А,
- напряжение дуги 28–32 В.

Заполнение разделки производилось по указанной выше технологии. Данная комбинированная технология позволила уменьшить возможность появления шлаковых включений, улучшить отделяемость шлаковой корки, но приводила к увеличению вероятности появления пор в корне шва.

3. Автоматическая сварка под слоем флюса без подкладки с проваркой корня шва механизированной сваркой в смеси газов. Данная технология применялась на стыках, конструктивно не имеющих остающейся подкладки. Для исключения прожогов при выполнении корневых проходов автоматической сваркой под слоем флюса проводилась проварка корня шва механизированным способом. Режимы сварки и оборудование приведены в п. 1 и 2 [2]. Полученные результаты аналогичны п. 2 с увеличенной трудоемкостью сборки под сварку.

Результаты по отработке технологии сварки с определением механических характеристик сварного соединения приведены в табл. 4.

Таблица 4

Механические характеристики сварных соединений,
выполненных различными технологическими процессами

Вариант технологии	σ_b , кгс/мм ²	КСУ, кгс·м/мм ²	Статический изгиб, град
№ 1 – выполнение на подкладке	62–63/62,5	17,9–18,1/18	161°–156°/158,5°
№ 2 – выполнение на подкладке комбинированным способом	61–62/ 61,5	17,7–16,4/16,8	160°–158°/159°
№ 3 – выполнение комбинированной сваркой без подкладки	63–63/63	18,2–19,5/18,8	141°–151°/146°

Таким образом, основным условием получения качественных швов при сварке под слоем флюса является обеспечение корневого провара и хорошей отделяемости шлака при выполнении корневых проходов. Для выполнения основного условия качественных швов и исключения возможности появления корневых зашлаковок совершенствовалась форма подготовки свариваемых кромок как при выполнении продольных, так и кольцевых швов на остающейся подкладке и без нее. На рис. 3 представлены формы разделок кромок

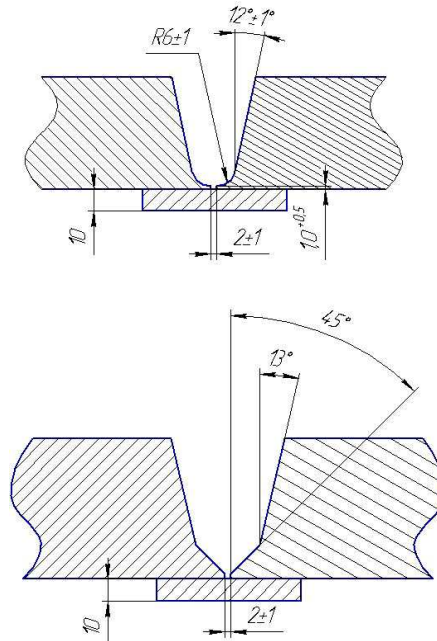


Рис. 3. Разделка кромок под кольцевые и продольные швы

под автоматическую сварку под слоем флюса, обеспечивающую хорошую отделяемость шлака при выполнении корневых проходов продольных и кольцевых швов. В случае выполнения сварного соединения без остающейся подкладки необходимо производить подварку корня шва механизированным способом, для исключения прожогов.

Данная технология внедрена при изготовлении нагнетателей и других сборочных единиц.

Проведенные экспериментальные работы позволили внедрить технологию автоматической сварки при сварке толстостенных конструкций. При этом было обеспечено высокое качество сварных соединений по результатам ультразвукового и радиографического контроля. Внедрение вышеуказанных технологических особенностей позволило повысить производительность в три раза по сравнению с механизированной сваркой плавящимся электродом в смеси защитных газов и резко повысить качество сварных соединений.

Список литературы

1. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / под ред. акад. Б.Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1974. – 768 с.

2. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.

Получено 3.09.2012

Баяндин Михаил Александрович – главный технолог, заместитель главного инженера, ОАО «Пермский завод «Машиностроитель»» (614014, г. Пермь, ул. Новозвягинская, 57, e-mail: o-610@pzmash.perm.ru).

Дударев Сергей Евгеньевич – главный сварщик, ОАО «Пермский завод «Машиностроитель»» (614014, г. Пермь, ул. Новозвягинская, 57, e-mail: o-610@pzmash.perm.ru).

Кокоулин Николай Александрович – технический руководитель, ОАО «Пермский завод «Машиностроитель»» (614014, г. Пермь, ул. Новозвягинская, 57, e-mail: o-610@pzmash.perm.ru).

Деревянных Александр Юрьевич – инженер-технолог, ОАО «Пермский завод «Машиностроитель»» (614014, г. Пермь, ул. Новозвягинская, 57, e-mail: o-610@pzmash.perm.ru).

Лялин Алексей Николаевич – инженер-технолог, ОАО «Пермский завод “Машиностроитель”» (614014, г. Пермь, ул. Новозвягинская, 57, e-mail: o-610@pzmash.perm.ru).

Каратыш Виктор Васильевич – кандидат технических наук, доцент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: vkaratysh@mail.ru).

Bajandin Michail Aleksandrovich – Main Technologist, Chief Engineer, Mashine Building Plant (614014, Perm, Novozvjaginskaya st., 57, e-mail: o-610@pzmash.perm.ru).

Dudarev Sergey Evgenevich – Main Welder, Mashine Building Plant (614014, Perm, street Novozvjaginsky, 57, e-mail: o-610@pzmash.perm.ru).

Kokoulin Nikolay Aleksandrovich – Technical Head, Mashine Building Plant (614014, Perm, Novozvjaginskaya st., 57, e-mail: o-610@pzmash.perm.ru).

Derevyannykh Alexandr Jurevich – Process Engineer, Mashine Building Plant (614014, Perm, Novozvjaginskaya st., 57, e-mail: o-610@pzmash.perm.ru).

Lyalin Alexey Nikolaevich – Process Engineer, Mashine Building Plant (614014, Perm, Novozvjaginskaya st., 57, e-mail: o-610@pzmash.perm.ru).

Karatysh Victor Vasilevich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Kom-somolsky av., 29, e-mail: vkaratysh@mail.ru).